



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. C02F 3/30 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년11월24일 10-0649261 2006년11월16일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2005-0066471 2005년07월21일 2005년07월21일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자      코오롱건설주식회사  
                         경기도 과천시 별양동 1-23

(72) 발명자      채규정  
                         경기 용인시 기흥읍 구갈리 강남마을 씨미트빌 404동 1202호

                         김건태  
                         경기 의왕시 내손2동 636 대우아파트 32-204

                         강문선  
                         경기 수원시 영통동 한신아파트 813동 904호

                         안창효  
                         경기 화성시 태안읍 안녕2리 성호2차 아파트 103동 1103호

                         임성균  
                         서울 송파구 잠실동 잠실아파트 425동 305호

                         송중화  
                         서울 마포구 연남동 코오롱아파트 106동 406호

(74) 대리인      유미특허법인

심사관 : 김재현

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 분리막 세정용 폭기량이 최소화된 외부 침지식 생물학적분리막 반응조

(57) 요약

유입수내 유기물을 최대한 탈질에 활용하기 위하여 활성슬러지공정의 용이한 고도개선을 위한 외부침지식 분리막조, 분리막 세정용 폭기량 감소를 위한 펄스에어레이션, 내부 반송라인의 용존산소 저감을 위한 진공 감압장치와 약품주입장치, 흡입펌프의 공동현상을 최소화하기 위한 공기제거장치가 제공된 외부침지식 분리막 반응조에 관한 것이다.

그러한 외부침지식 분리막 반응조는, 분리막이 별도의 조에 침지되도록 구성된 외부침지식 분리막 반응조로서, 그 설치순서는 안정화조, 무산소조, 혐기조, 호기조 및 이 호기조의 외부에 별도로 설치되어 관로를 통하여 연결되는 외부침지식 분리막조로 순차적으로 설치된다.

상기 반응조로 유입되는 처리수는 안정화조, 무산소조 및 혐기조로 공급될 수 있도록 구성되고, 안정화조와 분리막조는 반송라인으로 연결되고, 이 반송라인에는 용존산소 저감장치가 설치되며, 상기 용존산소 저감장치는 진공발생으로 용존산소를 탈기 제거하는 진공 감압장치와, 비상시 잔류하는 용존산소의 추가 제거를 위한 아황산나트륨/코발트이온 주입장치로 구성된다.

또한 본 발명은 상기 분리막조에는 처리수를 외부로 배출하는 흡인펌프가 제공된 배출관로가 설치되고, 흡인펌프의 흡인시 기포유입에 따른 공동현상을 방지할 수 있도록 흡인펌프 전단에는 공기제거장치가 설치되어 일정수준 이상의 증기공동 발생시 공기를 강제 배출시켜 공동현상을 방지하도록 구성된다.

## 대표도

도 1

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

분리막이 별도의 조에 침지되도록 구성된 외부침지식 분리막 반응조로서, 그 설치순서는 안정화조, 무산소조, 혐기조, 호기조 및 이 호기조의 외부에 별도로 설치되어 관로를 통하여 연결되는 외부침지식 분리막조로 순차적으로 설치된 외부 침지식 분리막 반응조.

### 청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 반응조로 유입되는 처리수는 안정화조, 무산소조 및 혐기조로 공급될 수 있도록 구성된 외부 침지식 분리막 반응조.

### 청구항 3.

청구항 1에 있어서, 상기 안정화조와 분리막조는 반송라인으로 연결되고, 이 반송라인에는 용존산소 저감장치가 설치되며, 상기 용존산소 저감장치는 진공발생으로 용존산소를 탈기 제거하는 진공 감압장치와, 비상시 잔류하는 용존산소의 추가 제거를 위한 아황산나트륨/코발트이온 주입장치로 구성된 외부 침지식 분리막 반응조.

### 청구항 4.

청구항 1에 있어서, 상기 분리막조 내부에 설치된 분리막의 세정에 소요되는 공기량 저감을 위하여 컴프레서의 압축공기를 분리막으로 공급하는 공기세정라인에는 에어리시버 및 자동압력밸브로 이루어진 펄스에어레이션장치가 설치되어 컴프레서에 의해 압축된 공기를 분리막으로 간헐적으로 공급하도록 구성된 외부 침지식 분리막 반응조.

### 청구항 5.

청구항 1에 있어서, 상기 분리막조에는 처리수를 외부로 배출하는 흡인펌프가 제공된 배출관로가 설치되고, 흡인펌프의 흡인시 기포유입에 따른 공동현상을 방지할 수 있도록 흡인펌프 전단에는 공기제거장치가 설치되어 일정수준 이상의 증기 공동 발생시 공기를 강제 배출시켜 공동현상을 방지하도록 구성된 외부 침지식 분리막 반응조.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 분리막 세정용 폭기량이 최소화된 외부 침지식 분리막 반응조 (External-Submersed Membrane Bioreactor)에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유입수내 유기물을 최대한 탈질에 활용하기 위한 반응조 구성방법, 기존 활성슬러지공정의 용이한 고도개선을 위한 외부침지식(External-Submersed) 분리막조, 분리막 세정용 폭기량 감소를 위한 펄스에어레이션(Pulse Aeration), 내부 반송라인의 용존산소 저감을 위한 진공 감압장치와 약품주입장치, 흡입펌프의 공동현상을 최소화하기 위한 공기제거장치(Air Separator)가 제공된 외부 침지식 분리막 반응조에 관한 것이다.

일반적으로 하수 및 폐수의 고도처리를 위해 생물반응조를 이용한 하, 폐수 고도처리기술이 많이 적용되고 있다.

이와 같은 기존의 하수고도처리를 위한 기존 분리막 반응조는 다음과 같은 문제가 있다.

1. 통상적인 국내 침지형 분리막 반응조(MBR: Membrane Bioreactor)는, 분리막을 기존 호기조에 침지함으로써 활성슬러지공정을 분리막 반응조 공정으로 개보수 하는데, 그러나 이때 조를 비우고 공사를 해야하기 때문에 공사기간이 길어지고, 개보수 작업이 현장에서 진행되어야하는 등 개보수시 많은 제약사항이 있다.
2. 국내 하수는 유입수의 유기물/질소 비(C/N 비)가 낮아 탈질에 필요한 충분한 유기원 확보가 어려워 분리막 반응조를 통한 질소 제거율이 낮다.
3. 질소와 인의 동시제거를 위해 일반적으로 반응조 구성이 탈인을 위한 혐기조가 전단에 위치하고, 그 후단에 탈질용 무산소조가 위치하게 된다. 그러나 이와 같은 조 구성은 탈질과 탈인 과정에서는 발생하는 기질경쟁으로 인해 후단 무산소조에서는 충분한 유기원 확보가 불가하여 질소 제거율이 저조한 문제가 발생한다.
4. 분리막조에서는 분리막 세정을 위한 공기량의 과다공급으로 에너지 비용이 매우 높고 분리막조에서 혐기조와 무산소조로 반송되는 내부반송라인에 용존산소(DO: Dissolved Oxygen)농도가 높아 탈인과 탈질 미생물이 저해를 받게 된다.
5. 생물학적 인 제거는 인을 과다섭취한 미생물을 빠르게 인발함으로써(즉 짧은 미생물체류시간(SRT: Solids Retention Time)이 필요한데, 분리막 반응조는 기본특성상 긴 미생물체류시간 유지가 불가피 하여 인 제거율이 저조하다.
6. 분리막 반응조 공정의 흡입펌프는 설치위치가 비교적 높거나 또는 장기운전에 따른 멤브레인의 오염에 의해 흡인시 기포유입에 따른 공동현상(Cavitation)이 자주 발생하여 처리수 생산량이 줄어드는 문제가 있다.

##### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 하수의 저 유기물/질소비에 대응하여 탈질과 탈인을 극대화할 수 있는 조 구성 방안을 제시하고, 분리막 세정을 위한 과폭방지 방안, 분리막 반응조로부터 혐기조와 무산소조로 반송되는 슬러지의 용존산소 농도 저감 방안, 흡인시 공동현상 방지방안이 제공된 외부 침지식 생물학적 분리막 반응조를 제공하는데 있다.

#### 발명의 구성

본 발명이 제안하는 분리막 세정용 폭기량이 최소화된 외부 침지식 생물학적 분리막 반응조는, 분리막이 침지되는 외부 분리막조를 포함한 구성으로 안정화조, 무산소조, 혐기조, 호기조 순서로 이루어져 있으며, 분리막 세정용 과폭기를 방지하기 위한 펄스에어레이션 장치, 반송슬러지내 용존산소 저감장치, 흡인라인의 공기제거장치가 결합된다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 더욱 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 외부 침지식 생물학적 분리막 반응조를 설명하기 위한 도면으로서, 본 발명의 외부 침지식 분리막 반응조는, 분리막이 별도의 조에 침지되도록 구성된 외부침지식 분리막반응조로서, 그 설치순서는 안정화조(10), 무산소조(20), 혐기조(30), 호기조(40) 및 이 호기조(40)의 외부에 별도로 설치되어 관로(L1)를 통하여 연결되는 외부침지식 분리막조(50)를 포함한다.

그리고 유입관로(L2)를 통하여 유입되는 처리수는 안정화조(10), 무산소조(20) 및 혐기조(30)로 유입수 조건에 따라 분배되어 공급될 수 있도록 구성된다.

즉, 유입수의 유기물/질소 비가 낮은 경우에는 무산소조(20)로 유입량을 늘리고, 탈인에 필요한 유기물이 부족한 경우에는 혐기조(30)로 유입수량을 높여줄 수 있는데, 유입수의 유기물/질소 비 조건 및 반응조의 탈질, 탈인 효율에 따라 유입수 분배 주입율은 달라질 수 있다. 통상 안정화조(10)로 0~10%, 무산소조(20)로 70~90%, 혐기조(30)로 0~30% 범위에서 분배 유입된다.

상기 안정화조(10)와 외부침지식 분리막조(50)는 반송라인(L3)으로 연결되고, 이 반송라인(L3)에는 용존산소(DO: Dissolved Oxygen) 저감장치(60)가 설치되고, 상기 외부침지식 분리막조(50) 내부에 설치된 분리막(52)의 세정에 소요되는 공기량 저감을 위해 컴프레서(70)의 압축공기를 분리막(52)으로 공급하는 공기세정라인(L4)에는 에어리시버(Air Receiver)(72) 및 자동압력밸브(74)로 이루어진 펄스에어레이션(Pulse Aeration)장치가 설치되어 컴프레서(70)에 의해 압축된 공기를 분리막(52)으로 간헐적으로 공급하도록 구성된다.

상기 용존산소 저감장치(60)는 진공발생으로 용존산소를 탈기 제거하는 진공 감압장치(62)와, 비상시 잔류하는 용존산소의 추가 제거를 위한 아황산나트륨/코발트이온 주입장치(64)로 구성된다.

상기 배출관로(L5)에 설치된 흡인펌프(80) 전단에는 공기제거장치(Air Separator)(82)가 설치되어 일정수준의 증기공동 발생시 공기를 배출시켜 공동현상을 방지하도록 되어있다.

그리고 상기 호기조(40)는 블로워(42)에 의해 산기관(L6)을 통하여 산소를 공급받도록 구성되며, 약품투입에 의한 인제거를 병행할 수 있도록 Alum(명반:明礬)을 첨가하는 약품주입펌프(44)가 더욱 설치된다. 상기 약품주입펌프(44)는 공급펌프의 작동으로 소정량의 Alum을 호기조(40) 내부로 주입하도록 이루어진 통상적인 정량약품공급펌프가 사용될 수 있으므로 상세한 설명은 생략한다.

상기에서 무산소조(20)는 유기물을 이용하여 질산성 질소를 질소가스로 전환하는 공정을 수행하고, 혐기조(30)는 유기물을 이용하며 수중의 인을 방출시키는 공정을 수행하고, 호기조(40)는 공기(산소)를 이용하여 미생물이 성장 활동하는 구간으로 유기물 산화와 질산화를 수행하며, 외부침지식 분리막조(50)는 피처리액을 여과 처리하는 공정을 수행한다.

상기와 같은 본 발명의 외부 침지식 분리막 반응조를 이용하여 오폐수처리단계를 각각의 구성별로 기술하면 다음과 같다.

#### 1. 외부침지식 분리막 반응조(External-Submersed Membrane Bioreactor)

기존 침지형 분리막 반응조(MBR: Membrane Bioreactor)는 분리막을 호기조에 침지하는 내부침지식(Internal-Submersed)이기 때문에 개보수시 조를 비워야 하는 단점이 있고 모든 작업이 현장에서 이루어져야 한다. 그러나 본 발명에서는 모듈 형태로 이루어진 분리막(52)이 호기조(40) 외부의 별도의 분리막조(50)에 침지되는 방식, 즉 외부침지식(External-Submersed) 방식으로 개보수시 조 전체를 비움으로써 발생하는 처리장의 가동중단이 발생하지 않고, 별도의 공장에서 완제품을 제작하여 현장에 단순 설치만 함으로써 기존처리장의 용이한 개보수가 가능하다. 뿐만 아니라 외부침지식 분리막조(50)의 분리막(52)모듈만 들어갈 수 있도록 집약화 되어있어, 분리막의 약품세정이 동일한 반응조에서 가능하고, 분리막(52) 세정시 폭기조 전체를 사용하지 않기 때문에 세정시에도 외부침지식 분리막조(50)를 제외한 나머지 반응조에서 안정적인 처리가 가능하기 때문에 공정 중단이 발생하지 않는다. 분리막(52)의 세정시에는 외부침지식 분리막조(50)로 유입되는 대신에 바이패스라인(By-pass Line)(L7)을 통해 호기조(40)의 슬러지가 무산소조(20)로 반송됨으로써 질산화, 탈질과정이 문제없이 수행되도록 구성되고 외부침지식 분리막조(50)에서는 세정이 진행된다.

외부침지식 분리막조(50)로는 관로(L1)에 설치된 내부반송펌프(90)에 의해 유입되고, 외부침지식 분리막조(50)에서 안정화조(10)로의 내부반송은 반송라인(L3)을 따라서 자연유하에 의해 가능하도록 구성된다. 자연유하에 의한 흐름을 만들기 위해 외부침지식 분리막조(50)는 안정화조(10) 보다 높은 위치에 설치된다.

## 2. 공정구성

본 발명의 공정구성의 특징은 맨 처음에 안정화조(10)가 위치하고, 이후 무산소조(20), 혐기조(30), 호기조(40), 외부침지식 분리막조(50)로 이루어진다. 유입수는 안정화조(10), 무산소조(20) 및 혐기조(30)로 분배되어 공급될 수 있도록 구성되어, 무산소조(20) 탈질 후 유기물 부족에 따른 탈인효율 저하 시 혐기조(30)로 분배주입(0~30%) 된다. 분리막(52) 세정을 위한 외부침지식 분리막조(50) 과폭기로 반송라인(L3)내 용존산소 농도가 높아 탈질균의 활동이 저해를 받는데, 본 발명에서는 안정화조(10)의 설치에 의해 내부반송라인(L3)의 용존산소를 절감함으로써 이와 같은 문제를 해결한다. 조구성의 순서는 안정적인 질소, 인 동시제거를 위해 매우 중요한데 본 발명에서는 위에서 언급한 바와 같이 안정화조(10), 무산소조(20), 혐기조(30), 호기조(40), 외부침지식 분리막조(50)로 구성된다. 무산소조(20)를 혐기조(30)보다 우선 배치하여 유기물을 우선적으로 질소제거에 활용할 수 있도록 하였고, 동시에 혐기조(30)에서 탈인 시 질산성질소의 영향을 배제할 수 있도록 하였다. 내부반송은 무산소조(20)가 아닌 안정화조(10)로 반송하여 잔류 용존산소를 사전에 제거함으로써 무산소조(20)에서 용존산소 영향을 최소화하였다. 안정화조(10)는 반송수내 용존산소 저감이 주 목적이나 사상균 억제에 위한 선택조(Selector)의 기능을 수행하도록 고안되었다.

## 3. 분리막 세정용 공기량 절감방안: 에어리시버(Air Receiver) + 펄스에어레이션(Pulse Aeration)

분리막(52) 세정에 소요되는 공기량 저감을 위해 공기세정라인(L4)에 에어리시버(Air Receiver)(72)를 설치하여 컴프레서(70)에 의해 압축된 공기를 분리막(52)으로 간헐적으로 공급하는 펄스에어레이션(Pulse Aeration) 방법이 적용된다. 즉 압력이  $1.5 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$ 까지 상승 시 압력에 의하여 자동으로 개폐되는 자동압력밸브(74)가 열려 압축된 공기가 일시적으로 분출됨으로써 연속공기주입방식에 비해 전체적인 공기소요량이 절감되어 에너지 비용이 줄어들고, 펄스에어레이션 방식에 의해 큰 공기방울이 분리막(52) 표면을 세정함으로써 기존의 미세한 기포에 의한 방식보다 세정효과 또한 우수하다. 이때 펄스에어레이션 주기는 압력값과 시간의 2가지 제어인자에 의해 제어되도록 구성된다. 또한 생물학적 처리에 소요되는 공기는 별도의 블로워(42)를 통해 분리하여 공급됨으로써, 기존 세정용과 생물학적처리에 공급되는 공기량을 한꺼번에 공급하는 경우와 비교하여 블로워 용량을 획기적으로 줄일 수 있다.

## 4. 내부반송라인의 용존산소 저감방안

내부반송라인(L3)의 높은 용존산소에 의해 발생하는 무산소조(20) 탈질을 저하를 방지하기 위해 반송라인(L3)에는 용존산소 저감장치(60)가 장착된다. 이 용존산소 저감장치(60)는 -1~-5 기압의 진공을 발생시켜 용존산소를 탈기 제거하는 진공 감압장치(62)와, 비상시 잔류하는 용존산소의 추가 제거를 위한 아황산나트륨/코발트이온 주입장치(64)로 구성된다. 이때 코발트이온은  $0.01 \sim 0.1 \text{ mg/L}$ 로 주입되어 촉매역할을 수행함으로써 급속한 용존산소 제거반응이 가능하다. 상기 아황산나트륨/코발트이온 주입장치(64)는 공급펌프의 작동으로 약품주입을 하도록 이루어진 통상적인 공급펌프가 사용될 수 있으므로 상세한 설명은 생략한다.

## 5. 생물학적 인 제거와 화학적 인 제거 병행

본 발명에서는 호기조(40)에 비상시 대비 약품투입 시설이 설치되어 생물학적 인 제거와 화학적 인 제거의 동시작용에 의해 인이 제거된다. 즉 분리막 반응조 특성상 긴 미생물체류시간 유지가 불가피 하여 인 제거율이 저조하고, 국내 하수의 유기물 부족(저 유기물/질소 비)으로 탈인 및 탈질에 필요한 충분한 량의 유기원 확보가 어려워 탈인 보다는 탈질에 유기물 활용을 우선하도록 공정을 구성하였기 때문에 부족한 인 제거율은  $\text{Alum}[(\text{Al}_2\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}]$ 을 정량 첨가하는 약품주입펌프(44)로 보완한다. 탈질용 외부탄소원 공급보다 인 제거를 위한 Alum 투입이 비용, 시공성, 유지관리 편의성 면에서 유리하기 때문에 유기물 활용은 탈인보다는 탈질에 우선순위를 두도록 한다. 그러나 인 제거율을 높이기 위해 약품투입에 의한 인 제거를 병행한다.

## 6. 흡인시 펌프의 공동현상 방지

분리막 반응조 공정의 배출관로(L5)에 설치된 흡인펌프(80)는 현장여건에 의해 설치위치가 일반적으로 높아 흡인시 기포 유입에 따른 공동현상(Cavitation)이 자주 발생하거나, 분리막의 오염이 가중됨에 따라 흡인시 공기유입에 따른 공동현상 발생으로 처리수 생산량이 줄어드는 문제가 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 본 발명에서는 배출관로(L5)에 설치된 흡인펌프(80) 전단에는 공기제거장치(Air Separator)(82)가 설치되어 일정수준의 증기공동 발생시 공기를 배출시켜 공동현상을 방지한다.

공기제거장치(82)는 내부 상태를 점검하기 위한 점검창(83)과 액주계(84)가 부착되고, 레벨스위치(85)와 연동된 자동밸브(86)와 진공펌프(87)가 설치된다. 상기 진공펌프(87)는 레벨스위치(85)와 흡인펌프(80)에 의하여 연동되도록 설치되는데, 레벨스위치(85)가 저수위와 고수위 사이에서만 진공펌프(87)가 가동되고, 이때는 흡인펌프(80)가 항상 가동 상태가 되도록 구성한다. 공기제거장치(82)의 레벨 수위차, 즉 고수위와 저수위의 차이는 20~40cm가 되도록 하고 공기제거장치(82) 내부의 유속은 0.2~0.5m/s로 유지한다. 공동현상에 의해 발생된 공기가 발생하면서 공기제거장치(82)의 수위는 내려가게 되는데, 설정된 저수위 값까지 떨어지면 자동밸브(86)가 열리면서 진공펌프(87)가 가동되어 공기를 공기배출관로(L8)를 통하여 외부로 강제 배출시키고, 고수위값에 도달하면 자동으로 멈추게 된다. 이때 진공펌프(87)는 분리막(52)과 흡인펌프(80) 사이에서 가장 높은 배관위치에 설치되도록 하고, 흡인펌프(80)는 반드시 공기제거장치(82)보다 아래에 설치하도록 하여 공동현상 발생을 방지한다. 공기제거장치(82)의 유출위치는 유입지점보다 낮도록 구성한다.

## 발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의한 외부 침지식 생물학적 분리막 반응조는, 기존 활성슬러지 공정을 고도처리로 개선하는데 소요되는 시간은 최소화하면서 질소 제거율은 극대화되고, 분리막 세정용 공기소요량을 효과적으로 줄임으로써 동력비절감과 내부반송라인의 용존산소 농도 저감을 통해 탈질효율을 높일수 있다. 또한 흡인시 공동현상 방지를 통해 안정적인 처리수량 확보가 가능하다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 외부 침지식 생물학적 분리막 반응조를 설명하기 위한 구성도.

\* 도면의 주요 부호에 대한 설명 \*

10: 안정화조 20: 무산소조

30: 혐기조 40: 호기조

42: 블로워 44: 약품주입펌프

50: 외부 침지식 분리막조 52: 분리막

60: 용존산소 저감장치 62: 진공 감압장치

64: 아황산나트륨/코발트이온 주입장치

70: 컴프레서 72: 에어리시버

74: 자동압력밸브 80: 흡인펌프

82: 공기제거장치 83: 점검창

84: 액주계 85: 레벨스위치

86: 자동밸브 87: 진공펌프

90: 내부반송펌프

L1: 관로 L2: 유입관로

L3: 반송라인 L4: 공기세정라인

L5: 배출관로 L6: 산기관

L7: 바이패스라인 L8: 공기배출관로

도면

도면1

